MEMORIA SOPRA LA FIAMMA LETTA ALLA SOCIETÀ DEI GEORGOFILI NELLA SEDUTA...

Guglielmo Libri

MEMORIA
SOPRA LA FIAMMA

LETTA

ALLA SOCIETA DEI GEORGOFILI

NELLA SEDUTA DEL DÌ 3 DICEMBRE 1826

DA

GUGLIELMO LIBRI.

ESTRATTO DALL'ANTOLOGIA
NUMERO LXXIII.

FIRENZE
TIPOGRAFIA DI LUIGI PEZZATI
1827.

Se per legge della società nostra, siamo astretti o Signori, a trattare di quelle cose che più specialmente le ricchezza dello stato ed il ben essere de' cittadini riguardano, io reputo ancora il ragionare di quelle invenzioni per cui s' estese alcun ramo d'industria, diminuendo i pericoli s' quali coloro che lo trattavano erano esposti prime, ufficio degno di cittadino, ed all'istituto nostro convenientissimo; poichè mal si compra in uno stato gli agi o la ricchezza di molti, non che di pochi o d' un solo, co' disagi, co' pericoli, e colla morte d' alcuni.

Gli abitatori di quelle settentrionali regioni le quali per natura o improvida mano d' agricoltore sono spogliate di boschi, non avendo di che riparare e' bisogni di lunghi e freddi verni, doverono scavare sotto terra per cercarvi quello che sopra non ritrovavano, e il carbon fossile frutto delle fatiche loro, servì da prima a' domestici bisogni: dipoi le stupende invenzione delle macchine a vapore ampliando il consumo di quello, ne ingrandì l' importanza; e se l' industria è una potenza, cha certo è tale, molla principale n'è ai dì nostri il vapore; e forse noi ancora viventi appariranno cose più grandi, perchè quello che già faceva l'ufficio delle forze dell' uomo, dell' acqua e del vento negli usi e ne' bisogni civili, ora sta per invadere la guerra e la tattica; e poichè le macchine a vapore non possono agire convenevolmente, e sussistere ove il carbon fossile manchi, questo per beneficio singolare di natura, ne' privati e ne' publici usi opportuno del pari, ammerebbe il focolare del povero agricoltore e l' officina dell' artigiano, servirebbe

a' popoli per accrescere in pace potenza e ricchezza, per rispingere in guerra le ingiusta aggressioni. Ma tanti vantaggi si pagarono lungamente a prezzo della vita degli uomini; perchè molti degl' infelici operai discesi nelle viscere della terra per cavarne il carbon fossile, vi rimanevano estinti per subita detonazione d'alcune arie le quali talvolta sprigionandosi nelle miniere, facilmente venivano accese dalle fiaccole che quelli vi portavano a guida de' loro lavori. Sorse però a benefizio dell'umanità l'illustre Davy, il quale coll' invenzione della *lanterna di sicurezza* dissipò i pericoli de' lavoranti alle miniere, e questa macchinetta, tosto resa d'uso comune, fornì uno degli esempi tanto più chiari quanto meno frequenti di quello che possan le scienze ad utilità pubblica, allorchè il sapere e l'ingegno si trovan riuniti in un nomo amico degli uomini. Ma se ognun riconosce i vantaggi che per quella macchina son venuti alla società, non tutti i fisici convengono in un pensiero rispetto alla dottrina proposta dal suo inventore onde spiegarne gli effetti. È pertanto mio animo di esporre in questo scritto alcuni esperimenti adatti a delucidare i punti men chiari di quella teorica, mostrando com'ella sembri dover esser modificata dalle mie osservazioni, e come da questa possa dedursi un modo di variare la struttura della lanterna del Davy, per cui s'aumenta grandemente la luce che spande, senza crescere il consumo del combustibile, nè rinnovare i pericoli degli operai.

È ormai noto ad ognuno la lanterna di sicurezza non differire in altro dalle comuni lanterne, se non dall'avere intorno una rete formata di sottilissimi fili metallici, in luogo delle pareti solide di queste. Così la luce traversando que' tanti forellini rischiara gli oggetti circostanti, mentre per una mirabile proprietà di cui la rete è fornita, la fiamma interna non può trapassarla, nè accendere i corpi che intorno le stanno, anzi è rotta e troncata da quella ogni qualvolta l'incontra.

Le molte sperienze istituite dal Davy, per indagare a quali cagioni attribuir si dovesse l'azione salutifera di quel tessuto metallico, lo fecero persuaso, una principalissima

essar la deferenza di questo pel calore, la quale favorendone molto la rapidissima trasmissione, era principio di notabile raffreddamento in quelle parti della fiammella, posta dentro la lanterna, che più alla rete s'avvicinavano; donde veniva che non potendo questa essere oltrepassata dal calore necessario ad accendere que'miscugli di gas che spesso nelle miniere la circondano (a produrre il qual effetto è necessaria un' altissima temperatura) ogni pericolo di detonazione era tolto.

Questa dottrina del Davy fu tosto ricevuta come una rigorosa dimostrazione, e sebbene alcuni sperimenti le si opponessero fortemente, e' non furono considerati dal maggior numero de'fisici, coi troppo ripugnava il sentir divarsamente dal celebra chimico inglese.

Tuttavia osservando il Murray non solo le reti formate coi metalli più conduttori del calorico troncare una fiammella che loro s'accosti, ma ogni tessuto metallico, sebbene dei meno deferenti e di quelli che pochissimo disperdono il calore, produrre l'effetto medesimo, pensò, il non accendersi de'gas doversi ad altra cagione attribuire che alla diminuzione della temperatura; e vedendo che un piano metallico, per deferente che sia non estingue una vicinissima fiammella, riputò la forma ricevuta dal metallo, anzichè una special qualità di esso, dover esser principio di que'fenomeni; e quindi si persuase, la fiamma, come alcuni fluidi, esser vestita d' una specie di pellicola o membrana simile in tutto all' altra parti di quella, sebben più resistente in modo da non poter passare attraverso que' minuti forellini. Ma questa opinione un poco strana e non abbastanza salda per sè stessa, fu poscia abbattuta da una nuova osservazione, la quale ad un tempo si trovò combattare la dottrina del Davy e quella del Murray. Poichè volendo il Deuchar servirsi della polvere fulminante per iscaricare le artiglierie, vedde la fiamma di quella traversare liberamente fino a dodici reti metalliche, e percorso in tal modo uno spazio di circa tre piedi, infiammare la polvera da cannone. E fu trovato poi, non solo quella specie di

fiamma, ma ogn' altra poter trapassare un tessuto metallico, ove lo vada con molto vigore a investire.

Ora per queste osservazioni mi sembrò necessario di ricercare alcun'altra cagione la quale insieme con quella addotta dal Davy, servisse a spiegar que' fenomeni: poichè sebbene la deferenza della rete debba certo concorrere a produrli, non mi pareva per sè sola bastante a darne ragione.

Quindi volendo in prima indagare donde nascesse per la fiamma l' impedimento a traversare la rete, se dalla natura o dalla forma del corpo di cui questa è tessuta, trovai con meraviglia, niuna delle due avervi influenza: perchè approssimando un filo metallico, il quale io considerava come un elemento della rete, ad una fiaccola, veddi questa in vicinanza di quello formare una piccola inflessione all' indietro scostandosi, e prendendo fili di varia materia, ora deferentissima del calore, ora coibente, sempre osservai allontanarsi la fiamma: e questa ripulsione che non variava sensibilmente al mutar la sostanza del filo, cresceva però colla massa di quello e col diminuirne la distanza dalla fiamma. Nè tali apparenze potevano spiegarsi colla dottrina del Davy, perchè sebbene s' ammettesse che avvicinando un corpo ad una fiaccola, i gas che la compongono venissero a raffreddarsi nel punto ove questa è più a quello vicina, e quindi s' impedisse l'abbruciamento in quel luogo derivandone l'inflessione ora descritta, mi dava gran dubbio il veder nascere la ripulsione da' corpi poco deferenti non meno che da' migliori conduttori, ed aumentarsi a farsi più sensibile per vicinanza d' un corpo di maggior massa, sebbene i corpi più tenui e più sottili siano, tutte le altre cose pari d'altronde, quelli che maggiormente disperdono il calore. Onde per chiarir questo fatto e togliere ogni dubbiezza, avvicinai alla fiamma un corpo di temperatura eguale a quella dell' aria ambiente, e quindi riscaldandolo a poco a poco e a diverse riprese fino a ridurlo caldissimo, e ad ogni volta accostandolo alla fiaccola, osservai non essere in alcun modo diminuita la ripulsione per quanto un tal corpo così caldo appena potesse

sottrarne calore: che anzi avvicinando opportunamente due fiammelle tra loro, nel modo che appresso dirò, elle si respingono, sebbene per tal vicinanza la temperatura d'ambedue, anziché diminuire sia grandemente accresciuta.

Ora per queste osservazioni essendomi nato desiderio di conoscer più a dentro la natura della fiamma, e'mi convenne esaminare attentamente quello che si mostra al di fuori, prima di studiarne le proprietà più nascoste.

La fiaccola d'una candela che sempre, ove l'aria sia tranquilla è di figura conica, si mostra, un poco bruna nel vertice, quindi più chiara e più viva scendendo al basso, e divien trasparente, e quasi cerulea verso la base: chi la mira attentamente vi scorge poi una certa luce biancastra assai debole che riveste quel cono luminoso, il quale troncato con una rete metallica, se ne vede l'interno ripieno di fumo. Queste particolarità erano conosciute dai fisici già da qualche tempo, ma que' cangiamenti di colore e di trasparenza non essendo sempre tanto ben delineati da potersi seguire coll'occhio, nè la vista reggendo lungamente ad esaminarli da vicino, offesa dalla vivezza del lume, mi fu necessario ricercare alcun modo di rendere più sicure e meno incomode le osservazioni, lo che ottenni esponendo al sole una fiaccola, perchè quello investendola coi suoi raggi e traversandola dove più facilmente, e dove meno, disegnava sopra un foglio bianco che l'era dietro così bene ogni sua parte, che tutte vi si vedevano quelle particolarità poc'anzi accennate; ed inoltre intorno l'ombra principale se ne scorgeva un'altra men fosca, ma assai più estesa e di forma cilindrica, la quale, per un certo suo moto continuo dal basso in alto, mostrava d'esser prodotta da que' fluidi elastici che sprigionandosi dal lucignolo senza bruciare, si sollevano circondando la fiamma.

Queste osservazioni sull'apparenze luminose, eran connesse ad alcuni fenomeni i quali accompagnano la ripulsione; perchè approssimando un corpo alla parte superiore rossastra della fiammella, oltre l'allontanamento descritto, si vedrà questa crescere ed allungarsi rischiarando maggiormente gli oggetti vicini; ed immergendovi un filo

metallico, la fiaccola s'inalzerà a quello s'annerirà coprendosi di particelle fuliginose; che se il corpo le s' avvicini nella parte cerulea inferiore, nascerà la ripulsione, ma non l'inalzamento; ed immergendo in questa parte della fiamma un sottil corpicciuolo, nè questo s' annerirà nè quella crescerà d' altezza; che anzi troncando con un tessuto metallico una fiammella giù basso vicino al lucignolo, ov'ella è cerulea, si vedrà bruciare quasi interamente dalla superficie al centro, e non esser, come quella che le sta sopra, ripiena di fumo.

Avvicinando le fiamme di due candele poste al medesimo livello, si scorge, prima ch'elle si tocchino, una nuova luce quasi bianca balenare tra loro e riunirle in una sola; ed ov'elle siano vicinissime, crescono di volume e d'altezza spandendo maggior luce di quello che si facessero mentre erano separate. Che se l'una s'insinua dentro l' altra, si vedranno nell'interno rimanere separate aumentando però sempre in altezza ed in splendore. Ma elevando una delle fiammelle e ponendone la base immediatamente sopra il vertice dell'altra, quella sottoposta è rispinta e devia notabilmente dalla verticale, mentre la superiore cresce assai di volume e di luce; ed inalzando questa grado a grado sempre più, tenendola tuttavia in una stessa verticale coll' altra, cesserà da prima l'aumento della luce, poi comincerà a indebolirsi quella propria che avea per l'innanzi, e così anderà sempre scemando finchè alla distanza d'alcuni pollici la fiamma si ridurrà quasi a nulla, ed ov'ella non sia molto vigorosa, si spegnerà del tutto.

Le teoriche finora conosciute, non bastando a spiegare i fenomeni che ho descritti, mi convenne ricercare alcun altro principio il quale servisse a tal uopo; ed invero io dubitai lungamente prima d'appigliarmi ad alcun partito; ma infine mi parve che questi fatti si rannodassero ed altri che io aveva già da qualche tempo osservati, e de'quali ora son per dare un breve cenno.

È noto che la tensione d'un corpo carico d'elettricità, per cederne a' corpi che avendone in minor grado son per loro natura capaci di riceverla, divien cagione d' attra-

zione fra quello a questi; mentre lo sforzo che dne corpi vicini dotati d'elettricità eguale fanno onde trasfonderla, per direzioni opposte, in quelli che li circondano, è principio d'apparente ripulsione tra loro. Il simile avviene nelle calamite ed in tutti i corpi magnetici, secondo la varia loro natura. Quindi io mi maravigliava che alcuna ricerca non si fosse ancora istituita per conoscere se il calorico il quale accumulato ne'corpi più caldi tende, a guisa dell'elettricità e del magnetismo, a diffondersi in quelli che lo son meno, servisse come questi a stabilire alcuna speciale attrazione o ripulsione. Egli è perciò che circa tre anni addietro cominciai a sperimentare sopra questa materia, ma come avvien sovente, non trovai esatta l'induzione che troppo in fretta avea voluto stabilire: nondimeno le mie indagini non furono del tutto sterili, poichè scoprii che i corpi caldi respingevano quelli i quali stavan loro vicini, e mi sembrò che da questa proprietà dovesse nascere la dilatazione prodotta dal calore ne'corpi. Io non pubblicai in quel tempo i miei esperimenti perchè troppo imperfetti mi sembravano; nondimeno avendone dipoi mostrati alcuni in Parigi ai Signori Arago, Humboldt e Fresnel, questi s'accinse a ripeterli e variarli; e veramente egli ritrovò con ingegnosi modi e scelti apparecchi quello che io, senza istrumenti, rozzamente avea scoperto, e le sue osservazioni avrebbero servito di riprova certissima delle mie, se non avesse preso a sperimentare con una macchinetta ove il magnetismo e l'elettricità forse avendo qualche influenza, non si poteva certamente giudicare qual fosse la vera cagione de'moti osservati da quell'illustre fisico. Ma le sperienze del Fresnel ed alcune delle mie, essendo esposte negli annali di chimica di Parigi, io non mi tratterrò qui a descriverle nuovamente.

Ora stabilito che i corpi caldi respingono quelli che loro s'accostano, segue di necessità che ne debbono esser rispinti; quindi la ripulsione si manifesterà ora in questi, ora in quelli secondo la facilità respettiva a muoversi. Io aveva riscontrata vera questa legge ne'corpi solidi e ne'liquidi senza fare sperienze sui fluidi seriformi; ed ecco la

osservazioni sopra la fiamma vengono e confermarla pure in questi; a mentre que' fenomeni sono ottimamente spiegati da questa legge, essa riceve da quelli dimostrazione universale. E veramente altro non essendo la fiamma che un mobilissimo e caldissimo mescuglio di fluidi elastici in combustione, avvicinandole nelle parti superiori un corpo, questi ne sarà respinto, e per la sua reazione la rigetterà indietro, obbligandola di formare quel seno che ho descritto; ma per questa inflessione diminuendosi la capacità interna del cono acceso, il fumo che v'è dentro, non trovando luogo capace a contenerlo, si solleverà, è così spingerà la fiaccola in alto allungandola: lo stesso accaderà ove s'immerga nella fiamma un corpicciuolo, il quale s'annerirà per le particelle semi-abbruciate del fumo interno che v'aderiscono nel raffreddarsi: ma se poi il corpo s'avvicini alla fiamma nella parte inferiore, o vi s'immerga, questa non s'alzerà, nè quello diverrà nero, perchè la fiammella cerulea bruciando ancora internamente, come abbiam già veduto, non vi si trova il fumo necessario a produr tali fenomeni.

Allorchè due fiaccole s'approssimano, l'aumento di temperatura che ne deriva è cagione d'accendersi a quei gas che io dissi circondare la fiamma senza bruciare, e quindi nasce l'aumento di luce che ho descritto: ma sebbene a primo aspetto sembrino, per questo nuovo splendore, essersi avvicinate le due fiammelle, osservando più attentamente i loro contorni, i quali si mostrano mercè dell'aver quelle un colore più fosco della luce frapposta, si vedrà ch' elle si sono scambievolmente respinte, e da questa ripulsione nascerà l'inalzamento. E ponendo la base dell'una sopra la punta dell'altra, la ripulsione si manifesterà senza luce framezzo, forse perchè la temperatura non è bastantemente accresciuta per la picciolezza delle superficie accese che agiscono l'una sopra l'altra; ma i fluidi elastici che si sviluppano dalla fiamma sottoposta, incontrando caldissimi la più elevata, s'accendono e vi producono quell' aumento di volume già descritto. Ed inalzando questa gradatamente, que'gas prima d'incontrarla, per aver percorso un cammi-

no più lungo, ei saranno raffreddati e con meno facilità braceranno; finchè poi quasi freddi del tutto e non servendole più d'alimento, col circondarle ed impedir l'accesso all'aria esterna; le spengeranno.

E mi sia quì permesso d' osservare le fiamme non essere così ben trasparente come alcuni fisici hanno creduto; che essa lo è meno assai del cristallo e di molti altri corpi; e l' ombra che getta una fiaccola investita de' raggi del sole, nell' esperimento descritto poc'anzi, più fosca sul lembo che nel mezzo, dimostra chiaramente d'esser prodotta dai gas accesi e non dal fumo interno: quindi quelli apparecchi e lucignoli concentrici che i Signori Arago e Fresnel hanno adottati nelle costruzione de'fari ove la luce che parte dall'interno dee traversare molti strati infiammati prima di spandersi per l'atmosfera, potrebbe forse per questo lato ricevere qualche utile cangiamento: ben è vero che tanto e sì maraviglioso è lo splendor di que' fari, che può facilmente trascurarsi questa piccola perdita di luce prodotta dalla non perfette trasparenza della fiamme: ed inoltre nuove osservazioni m' hanno fatto conoscere che la luce, a somiglianza del calorico e del fluido elettrico, se, dopo aver sofferto una certa diminuzione camminando per un corpo, sia obbligata a traversare un corpo simile e poi un altro, appena scemerà in questi ultimi passaggi. Ma di tali proprietà de'corpi diafani, io mi riserbo a parlare in altro tempo.

Da' principii sopra esposti facilmente si deduce la teorica della lanterna di sicurezza: poichè ogni filo metallico esercitando, secondo il suo diametro e le proprie natura, una ripulsione costante sopra la fiamma, è chiaro che ponendo due fili parallel così vicini tra loro, che le distanze non ne superi il doppio del raggio che ha la sfera di ripulsione interno ad ogni punto di quelli, non potrà la fiamma insinuarsi tramezzo, menochè una forza superiore alle ripulsive che loro è propria, non ve la spinga: e se a questi fili se n'aggiungano de' nuovi, si formerà un' orditura, impenetrabile alle fiamme, salvo che nelle circo-

stanze specificate poc' anzi. Massime qualora la deferenza de' fili metallici serva d' ajuto a quella ripulsione, come avviene sovente.

I fatti descritti finora, e la teorica la quale io me n'era formata, m' ispirarono il pensiero di variare alcun poco la struttura della lanterna di sicurezza: poichè il fine essendone, oltre la salvezza de' lavoranti, l' illuminazione degli oggetti circonvicini, mentre colla forma adottata dal Davy, si serve mirabilmente al primo scopo, si trascura troppo il secondo, mercè la spessezza del tessuto metallico che circonda il lume.

Ma avendo io pensato non esser necessario l' incrocicchiare e tessere i fili, bastando che fossero paralleli e vicini tra loro, senz' altre incrociature oltre quelle pochissime necessarie a tenerli assieme, provai questa nuova costruzione, e l'effetto corrispose al mio desiderio, perchè veddi le detonazioni esser egualmente impedite mentre s'ottiene molta più luce di prima, come l'Accademia può giudicare dal modelletto che ho l'onore di presentarle *(v. la tav.)* Onde perfezionare questa macchina converrebbe fare molti esperimenti sopra l'ampiezza comparativa della sfera di ripulsione, e dedurne quindi le condizioni necessarie ad ottenere il massimo effetto: ma non avendo io potuto far quelle prove finora, m'è impossibile dire alcuna cosa di certo sopra questa materia, e solo penso che, in mancanza d'altre più sicure regole, si debbano fare quelli orditi fitti, a adoperare fili sottili, affinchè la luce si spanda più egualmente all' interno, per la diffrazione sofferta nel traversare quelle fessure.

Io non esporrò qui alcune ricerche geometriche da me fatte per conoscere qual sia la figura che debba darsi alla rete onde inviluppandone il lume n' esca la maggior luce possibile, perchè troppo in lungo mi condurrebbe il trattarne; ma dirò solo che l' osservazione ed il calcolo convengono nell' indicare la forma sferica, come la più conveniente a produrre l'effetto cercato E terminerò contento se i fenomeni descritti, e l'applicazione fattana, sembre-

ranno ai fisici d'alcuna, benchè minima importanza; considerando la spiegazione che ne ho data, solo come un modo di legare insieme questi fatti e d'unirgli a quelli saputi prima; pronto a rigettarla ogni volta che osservazioni più esatte me lo dimostrino necessario. Poichè io reputo le dottrine fisiche altro non essere che il risultamento del paragone istituito tra i fenomeni conosciuti: mentre da un fatto nuovamente osservato elle sono spesso modificate, e talvolta abbattute perfino, e distrutte.

Antol. I. 73 pag. 72

G.G. dis.

Litog. S.